

Analisis Pengaruh Persentase Volume Serat Eceng Gondok dan Serat Pinang Terhadap Sifat Mekanik dan Biodegradasi Komposit Hibrid Matrik Epoksi

Lovely Dwina Putri*, Alimin Mahyudin**

Laboratorium Fisika Material, Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas
Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163 Indonesia
*lovely_dwinaputri@yahoo.com, **aliminmahyudin23@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian mengenai pengaruh persentase volume serat eceng gondok dan serat pinang terhadap sifat mekanik dan biodegradasi komposit hibrid matrik epoksi. Pada penelitian ini, dilakukan pengujian meliputi uji kuat tarik, regangan, modulus elastisitas, kuat impak, dan uji biodegradasi. Serat pinang dan serat eceng gondok yang digunakan memiliki panjang 3 mm dengan variasi persentase volume 0%, 10%, 20%, 30%, dan 40%. Dari hasil pengujian didapatkan nilai kuat tarik terbesar pada volume serat 10% yaitu 27,27 MPa. Nilai kuat tarik komposit mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya volume serat. Modulus elastisitas tertinggi pada volume serat 0% sebesar 343,1 MPa. Nilai kuat impak tertinggi pada volume serat 40% sebesar 0,0161 J/mm². Nilai kuat impak komposit dipengaruhi oleh volume serat yang diberikan, nilai kuat impak meningkat seiring dengan bertambahnya volume serat. Nilai biodegradasi tertinggi pada volume serat 40% sebesar 0,0102%. Nilai biodegradasi komposit sangat dipengaruhi oleh volume serat yang diberikan, semakin banyak serat yang digunakan maka semakin besar nilai biodegradasi yang diperoleh.

Kata kunci: serat pinang, serat eceng gondok, epoksi, komposit hibrid, biodegradasi.

ABSTRACT

The research the effect of the percentage of volume of water hyacinth fiber and areca fiber on mechanical properties and biodegradation of hybrid composite of epoxy matrix. In this research, testing included tensile strength, strain, modulus of elasticity, impact strength, and biodegradation test. Areca fiber and hyacinth fiber were used have 3 mm length, with percentage of fiber volume variation are 0%, 10%, 20%, 30%, and 40%. The largest tensile strength at 10% fiber volume is 27.27 MPa, composite tensile strength decreased with increasing fiber volume. The highest modulus of elasticity at 0% fiber volume is 343.1 MPa. The highest impact strength is 40% fiber volume of 0.0161 J/mm². The composites impact strength is influenced by the volume of fiber given, impact strength increases with increasing volume of fiber. The highest biodegradation was at 40% fiber volume of 0.0102%. Composites biodegradation value was strongly affected by fiber volume. The fiber volume was directly proportional to composite biodegradation value.

Keywords: areca fiber, hyacinth fiber, epoxy, hybrid composite, biodegradation.

I. PENDAHULUAN

Penggunaan material komposit mulai banyak dikembangkan dalam industri otomotif, salah satunya dalam industri pembuatan dashboard mobil. Pengembangan material komposit diharapkan dapat meningkatkan sifat material dashboard menjadi berkualitas tinggi dan ramah

(Safri dkk., 2017).

Dashboard mobil yang ada di pasaran saat ini kebanyakan terbuat dari komposit serat sintetis. Tetapi komposit serat sintetis memiliki kelemahan yaitu tidak ramah lingkungan. Untuk mengatasi kelemahan dari serat sintetis ini maka dikembangkanlah komposit yang menggunakan serat alam sebagai penguatnya. Komposit yang diperkuat serat alam memiliki beberapa keunggulan dibandingkan serat sintetis seperti, massa jenis rendah, *biodegradable*, memiliki sifat mekanik yang baik dan keberadaannya yang melimpah di alam.

Pinang atau *Areca catechu* merupakan salah satu tumbuhan yang dapat menghasilkan serat alam yang dapat digunakan sebagai bahan penguat komposit. Pinang memiliki sifat mekanik yang baik sebagai bahan penguat komposit, seperti yang dinyatakan oleh Binoj dkk. (2016) pinang memiliki nilai kuat tarik sebesar 147 - 322 MPa, modulus elastisitas 1,124 -

3,155 GPa dan regangan 10,23 – 13,15%. Serat buah pinang ini secara alami mampu terurai oleh tanah (*biodegradable*), sehingga nantinya akan diperoleh penguat pada komposit dari serat alam yang memiliki sifat mekanik yang baik dan ramah lingkungan (Kencanawati dkk.,2018).

Kristian (2017) melakukan penelitian tentang sifat komposit berpenguat serat buah pinang dan mendapatkan hasil bahwa terjadi *debonding* pada komposit. *Debonding* adalah kerusakan yang terjadi pada komposit yang disebabkan oleh tidak melekatnya serat dengan bahan pengikat atau resin. *Debonding* ini dapat berdampak pengurangan kekuatan pada komposit dan kurangnya fungsi serat sebagai bahan penguat pada bahan pengikat. Kelemahan komposit serat pinang tersebut dapat diatasi dengan cara dibuat komposit hibrid.

Penelitian sebelumnya tentang komposit hibrid yang menggabungkan serat alam dengan serat alam menghasilkan perbaikan sifat mekanik komposit seperti yang dinyatakan oleh Juwaed dkk. (2013), penggabungan antara serat sawit dengan rami dalam epoksi meningkatkan kuat tarik dan sifat mekanik komposit. Boopalan dkk. (2013) menyatakan penggabungan serat pisang dan rami komposit epoksi yang dibuat dengan metode *hand lay-up* menghasilkan peningkatan sifat mekanik.

Penelitian yang dilakukan Padmaraj dkk. (2016) menggabungkan serat kulit pinang dan serat sabut kelapa dengan matrik poliester, mendapatkan hasil peningkatan modulus komposit hibrid yang lebih baik dibandingkan komposit dengan serat tunggal. Namun nilai kekerasan komposit hibrid yang didapat lebih rendah dibandingkan nilai kekerasan komposit serat pinang saja.

Serat Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) merupakan bahan penguat komposit yang sangat potensial karena bahan baku serat eceng gondok yang cukup melimpah di Indonesia. Kandungan serat yang cukup besar membuat eceng gondok berpotensi untuk dikembangkan dalam bidang komposit berbasis serat alam. Hal ini dikarenakan tanaman ini memiliki kualitas serat yang ulet, kandungan serat cukup tinggi, bahan baku yang melimpah, murah dan mudah didapat, serta tidak beracun.

Setyawan (2016) meneliti karakteristik serat eceng gondok dengan fraksi volume 15%, 20%, 25% terhadap uji bending dan uji tarik pada komposit poliester dan mendapatkan hasil bahwa ikatan antara serat eceng gondok dengan resin kuat sehingga semakin banyak serat eceng gondok maka nilai tegangan tarik rata-rata dan modulus elastisitas rata – rata juga mengalami peningkatan.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dapat dilihat bahwa sifat dari serat eceng gondok yang berikatan kuat dengan resin dapat melengkapi kekurangan dari serat pinang sebagai penguat komposit. Oleh karena itu penulis meneliti lebih lanjut mengenai “Pengaruh persentase serat eceng gondok dan serat pinang terhadap sifat mekanik dan biodegradasi komposit hibrid matrik epoksi”.

II. METODE

2.1 Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan untuk pembuatan komposit adalah serat eceng gondok, serat pinang, NaOH 5% ,epoksi dan hardener. Alat yang digunakan adalah *Impact Testing Machine* (ITM), *Universal Testing Machine* (UTM), cetakan sampel uji, dan neraca digital.

2.2 Teknik Penelitian

2.2.1 Pengambilan Serat

Serat dari buah pinang dan eceng gondok didapatkan dengan cara pinang dan eceng gondok dijemur sampai kering di bawah sinar matahari selama 2 hari. Pengolahan serat dilakukan secara tradisional meliputi pemisahan dan perendaman serat. Serat yang didapatkan direndam dalam larutan alkali NaOH 5% selama 2 jam. Serat kemudian dibilas dengan air untuk menghilangkan kandungan NaOH yang tersisa. Serat dikeringkan dengan oven bersuhu $\pm 140^{\circ}\text{C}$ selama 40 menit untuk menghilangkan kadar air yang tersisa. Selanjutnya serat dipotong dengan ukuran 3 mm.

Serat yang sudah diberikan perlakuan NaOH dipersiapkan dengan jumlah perhitungan volume serat terhadap volume total komposit menggunakan Persamaan 1 dan Persamaan 2.

$$v = plt \quad (1)$$

$$v_s = v_{Fs} v \quad (2)$$

dimana v adalah volume cetakan, v_s adalah volume serat v_{Fs} adalah fraksi volume serat yang dibutuhkan, p adalah panjang cetakan, l adalah lebar cetakan, dan t adalah tinggi cetakan.

2.2.2 Pembuatan komposit

Proses yang digunakan dalam pembuatan benda uji komposit adalah metode *hand lay-up*. Pembuatan komposit dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Resin epoksi dan epoksi hardener disiapkan berdasarkan perhitungan volume matrik komposit lalu dituangkan dan dicampurkan kedalam gelas ukur kemudian diaduk sampai rata.
2. Setengah dari campuran resin dituangkan kedalam cetakan sebagai lapisan dasar dengan ukuran cetakan 16,5 cm x 2 cm x 0,5 cm untuk uji kuat tarik dan ukuran 5,5 cm x 1 cm x 1 cm untuk uji kuat impak dan ukuran 5 cm x 5 cm x 0,5 cm untuk uji biodegradasi. Kemudian dilakukan pemecahan gelembung udara pada resin dengan menggunakan ujung spatula hingga gelembung tersebut berkurang.
3. Serat yang telah disiapkan kemudian diletakan di atas resin dasar pada cetakan dengan arah random discontinuous fiber secara merata .
4. Serat ditekan-tekan menggunakan spatula agar campuran resin dan serat dapat menyatu dan resin dapat masuk melalui sela-sela serat sehingga udara yang terperangkap diantara resin dan serat dapat keluar.
5. Resin yang masih tersisa kemudian dituangkan kembali secara merata untuk memenuhi volume cetakan serta dilakukan penekanan dengan spatula terhadap resin dan serat untuk memastikan gelembung udara tidak terperangkap.
6. Komposit kemudian dikeringkan selama 24 jam pada suhu ruang.
7. Setelah komposit kering kemudian komposit dilepaskan dari cetakan.
8. Komposit disiapkan untuk dilakukan pengujian.

2.3 Pengujian dan Pengambilan Data

Pengujian sifat mekanik meliputi uji kuat tarik, regangan, modulus elastisitas, dan kuat impak. Pada pengujian ini akan digunakan 3 buah sampel untuk setiap parameter uji.

2.3.1 Pengujian kuat tarik, regangan, dan modulus elastisitas

Spesimen uji kuat tarik dibuat sesuai dengan ASTM D638-14. Nilai luas penampang pada spesimen uji dihitung dan dicatat. Setelah itu dilakukan pengujian kuat tarik menggunakan mesin UTM dengan meletakkan spesimen uji pada grip mesin uji tarik. Setelah itu spesimen ditarik secara vertikal dengan kecepatan sekitar 10 mm/menit. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai kuat tarik, regangan, dan modulus elastisitas menggunakan Persamaan 3, Persamaan 4, dan Persamaan 5.

$$\sigma_t = \frac{F_t}{A_t} \quad (3)$$

dengan σ_t adalah kuat tarik (Pa), F_t adalah gaya tarik tegak lurus terhadap permukaan (N), dan A_t adalah luas bidang spesimen yang ditarik (m^2).

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \quad (4)$$

dengan ε adalah regangan (%), Δl adalah perubahan panjang spesimen (cm), dan l adalah panjang spesimen (cm).

$$E = \frac{\sigma_t}{\varepsilon} \quad (5)$$

dengan E adalah modulus elastisitas (Pa).

2.3.2 Pengujian kuat impak

Spesimen uji impak dan takikan dibuat dengan ukuran sesuai ASTM E23-07a. Spesimen uji diletakkan ditumpuan pada alat uji impak *charpy*. Perlu diperhatikan dalam peletakan posisi spesimen harus mendatar dan arah takikan harus berlawanan dari arah datang pendulum atau pembebanan. Pendulum diangkat ke posisi pengunci lalu lepaskan tuas pengunci untuk melepaskan pendulum. Setelah pendulum mematahkan spesimen uji, tekan tuas rem. Energi serap yang ditunjukkan oleh jarum pada alat uji impak dicatat dan nilai impak dihitung dengan menggunakan Persamaan 6.

$$HI = \frac{E}{A} \quad (6)$$

dengan HI adalah harga impak (J/mm^2), E adalah energi serap impak (J), dan A adalah luas penampang permukaan (mm^2).

2.3.3 Uji Biodegradasi

Uji biodegradasi dilakukan dengan cara menimbang massa sampel terlebih dahulu sebagai massa awal. Sampel kemudian dikubur didalam tanah. Setelah penguburan selama 40 hari, massa sampel ditimbang lagi untuk melihat pengurangan massa yang terjadi. Persen massa dihitung dengan menggunakan Persamaan 7.

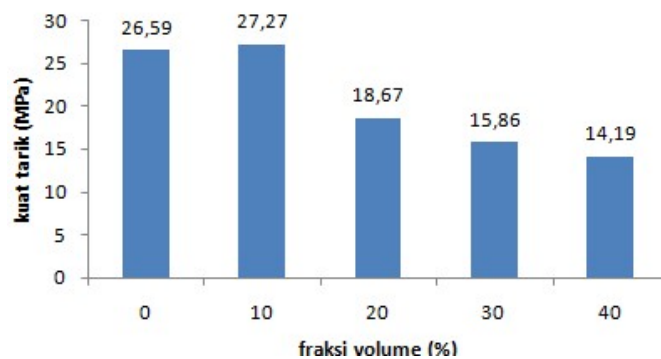
$$persen\ massa = \frac{m_i - m_f}{m_i} \times 100\% \quad (7)$$

dengan m_i adalah massa sampel sebelum proses biodegradasi (g), m_f adalah massa sampel setelah proses biodegradasi (g). degradabilitas suatu materi dapat ditentukan dengan melihat hasil persen massa yang diperoleh dalam selang waktu tertentu.

III. HASIL DAN DISKUSI

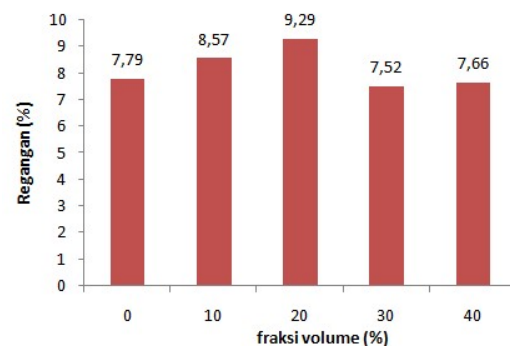
3.1 Kuat Tarik

Pengujian kuat tarik dilakukan untuk mengetahui berapa besar pengaruh fraksi volume terhadap kekuatan tarik, regangan, dan modulus elastisitas komposit. Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan didapatkan data seperti pada Gambar 1.



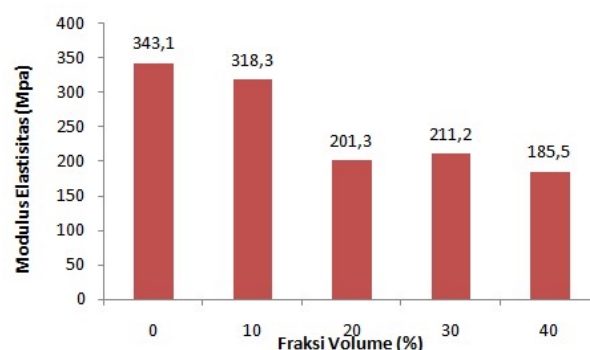
Gambar 1 Pengaruh fraksi volume serat terhadap kuat tarik

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat kekuatan tarik rata-rata pada fraksi volume 10% lebih besar dibandingkan fraksi volume 0%. Kekuatan tarik paling tinggi ditunjukkan pada fraksi volume 10% yaitu sebesar 27,27 Mpa kemudian nilai kuat tarik menurun seiring dengan bertambahnya fraksi volume serat. Penurunan kekuatan tarik terjadi karna lemahnya ikatan antara serat pada komposit. Lemahnya ikatan antar serat ini dipengaruhi oleh fraksi volume serat, dimana semakin banyak volume serat yang diberikan maka jumlah matrik sebagai pengikat juga akan semakin berkurang. Dengan volume yang semakin sedikit, matriks tidak akan mampu mengikat serat dengan baik. Akibatnya pada saat diberikan gaya tarik, gaya tidak terdistribusi dengan maksimal karena ikatan antara serat yang lemah.



Gambar 2 Pengaruh fraksi volue serat terhadap regangan

Gambar 2 menunjukkan nilai regangan rata-rata yang didapatkan tidak linear atau mengalami fluktuasi terhadap fraksi volume serat yang diberikan. Nilai regangan rata-rata pada fraksi volume 0% meningkat sampai pada fraksi volume 20%. Pada fraksi volume 30% dan 40% nilai regangan rata-rata menurun, hal ini disebabkan karena pada fraksi volume 30% dan 40% gaya ikat antara matrik dan serat melemah. Penurunan gaya ikat antara matrik dan serat terjadi karena jumlah serat lebih banyak dibandingkan jumlah matrik. Dengan volume matrik yang semakin berkurang, maka kemampuan matrik sebagai pengikat juga akan berkurang. Akibatnya nilai regangan yang didapatkan juga berkurang. Regangan tertinggi didapatkan pada fraksi volume serat 20% yaitu sebesar 9,29%. Pada fraksi volume serat 30% nilai regangan menurun menjadi 7,52%, nilai regangan meningkat sedikit pada fraksi volume 40% menjadi 7,66%. Dari nilai kuat tarik dan regangan yang didapatkan maka diperoleh nilai modulus elastisitas seperti pada Gambar 3.

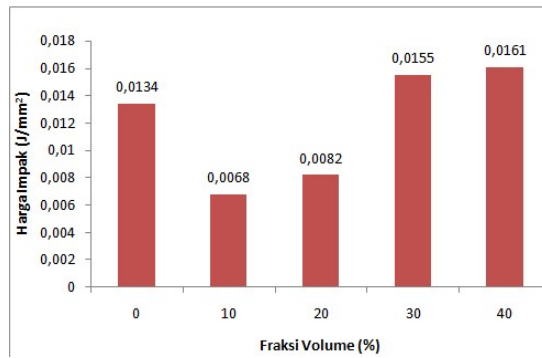


Gambar 3 Pengaruh fraksi volume serat terhadap modulus elastisitas

Modulus elastisitas rata-rata komposit terbesar didapatkan pada fraksi volume 0% yaitu 343,1 Mpa dan yang terendah pada fraksi volume 40% sebesar 185,5 Mpa. Modulus elastisitas mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya volume serat. Semakin besar volume serat yang diberikan maka semakin kecil nilai modulus elastisitas yang didapatkan. Penurunan nilai modulus elastisitas komposit ini menunjukkan bahwa penambahan serat menyebabkan komposit menjadi semakin elastis. Hal ini disebabkan karena semakin banyak serat yang digunakan maka semakin sedikit matrik yang digunakan. Karena matrik memiliki sifat yang kaku maka saat volume matrik berkurang, nilai modulus elastisitas komposit juga akan menurun.

3.2 Kuat Impak

Pengujian kuat impak dilakukan untuk mengetahui berapa besar energi yang diserap untuk mematahkan spesimen. Dari hasil pengujian kuat impak didapatkan nilai kuat impak seperti pada Gambar 4.

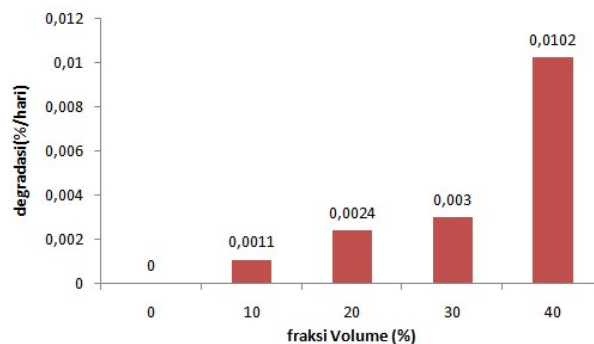


Gambar 4 Pengaruh Fraksi volume serat terhadap Harga Impak

Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa fraksi volume serat 40% mempunyai harga impact yang tertinggi yaitu sebesar $0,0161 \text{ J/mm}^2$ dan fraksi volume 10% memiliki nilai harga impact terendah yaitu sebesar $0,0068 \text{ J/mm}^2$. Peningkatan Harga Impact disebabkan karena matrik dan serat yang saling berikatan dengan baik. Disini terlihat bahwa kekuatan impact meningkat seiring dengan bertambahnya fraksi volume serat. Pada fraksi volume 0% nilai kuat impact yang didapatkan besar, karena pada fraksi 0% tidak terdapat campuran sehingga gaya ikat antar matrik menjadi kuat.

3.3 Biodegradasi

Pengujian biodegradasi bertujuan untuk menentukan laju pertumbuhan massa spesimen setelah penguburan. Proses degradasi dapat diketahui dengan cara melihat perubahan massa spesimen sebelum dan sesudah penguburan didalam tanah dalam rentang waktu tertentu. Dari hasil pengujian biodegradasi didapatkan nilai degradasi seperti pada Gambar 5.



Gambar 5 Pengaruh fraksi volume serat terhadap degradasi komposit hibrid

Persentase kehilangan massa sampel komposit selama 40 hari penguburan untuk fraksi volume 0% tidak terjadi degradasi. Nilai degradasi terus meningkat seiring dengan bertambahnya fraksi volume serat yang diberikan. Nilai degradasi tertinggi didapatkan pada fraksi volume 40% yaitu sebesar 0,0102% per hari. Peningkatan nilai degradasi ini menunjukkan bahwa penambahan volume serat mengakibatkan komposit yang terbentuk lebih disukai mikroba, sehingga terbentuk celah dan pori pada komposit yang menyebabkan berkurangnya massa sampel selama proses penguburan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa nilai kuat tarik maksimum didapatkan pada fraksi volume 10% yaitu 27,27 MPa, dan mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya volume serat. Nilai modulus elastisitas terbesar didapatkan pada fraksi volume 0% yaitu 343,1 MPa dan mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya volume serat. Nilai kuat impact maksimum didapatkan pada fraksi volume 40% yaitu $0,0161 \text{ J/mm}^2$. Semakin besar volume serat yang diberikan maka nilai kuat impact komposit juga semakin besar.

Persentase fraksi volume serat berpengaruh terhadap kekuatan tarik, modulus elastisitas, kuat impak, dan biodegradasi komposit.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM, *Standar and Literatur References for Composite Materials*, 2nd, American society for Testing Materials (PA, Philadelphia, 1990).
- Binoj, J.S., Raj, R. E., Sreenivasan, V.S., dan Thusnavis, G. R., Morphological, Physical, Mechanical, Chemical and Thermal Characterization of Sustainable Indian Areca Fruit Husk Fibers (Areca Catechu L.) as Potential Alternate for Hazardous Synthetic Fibers, *journal of Bionic Engineering*, **13**, 156-165 (2016).
- Boopalan, M., Niranjanaa, M., Umapathy, M. J., Study On The Mechanical Properties and Thermal Properties of Jute and Banana Fiber Reinforced Epoxy Hybrid Composites, *Composites Part B*, **51**, 54-57 (2013).
- Juwaid, M., Khalil, H. P. S. A., Hassan, A., Dungani, R., Hadiyane, A., Effect of Jute Fiber Loading on Tensile and Dynamic Mechanical Properties of Oil Palm Epoxy Composites, *Composites Part B*, **45**, 619-624 (2013).
- Kencanawati, CIPK., Sugita, I. K. G., Suardana, NPG., Suyasa, I. W. B., Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Serat Kulit Buah Pinang, *Jurnal Energi dan Manufaktur*, **11**, 6-10 (2018).
- Kristian, A. G., "Sifat Komposit Berpenguat Serat Buah Pinang dengan Fraksi Volume Serat 4%, 6%, 8%, dan 10%", Skripsi S1, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta, Yogyakarta, 2017.
- Padmaraj, N. H., Keni, L. G., Chetan, K. N., Shetty, M., Mechanical Characterization of Areca Husk-Coir Fiber Reinforced Hybrid Composites, *Proceeding Materials Today*, 1292-1297 (2016).
- Safri, S. N. A., Sultan, M. T. H., Jawaidd, M., Jayakrishna, K., Impact Behaviour of Hybrid Composites for Struktural Applications: A Review, *Composites Part B*, (2017).
- Setyawan, R. H., "Karakteristik Komposit Serat Enceng Gondok dengan Fraksi Volume 15%, 20%, 25%, Terhadap Uji Bending, Uji Tarik dan Daya Serap Bunyi Untuk Dinding Peredam Suara", Skripsi S1, Universitas Muhammadiyah Surakarta, (2016).